

**ANALISIS POTENSI ENERGI ALTERNATIF DENGAN  
METODE *THERMOELECTRIC GENERATOR* SEBAGAI  
SUMBER ENERGI *CHEM-E-CAR***



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**RIANOLA KUSMARINDA**

**D500150068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS POTENSIAL ENERGI ALTERNATIF DENGAN METODE  
*THERMOELECTRIC GENERATOR* SEBAGAI SUMBER ENERGI *CHEM-E-CAR***

**PUBLIKASI ILMIAH**

**Oleh :**

**RIANOLA KUSMARINDA**

**D 500 150 068**

**Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :**

**Dosen**

**Pembimbing**

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, sweeping loop followed by a vertical line and some smaller strokes.

**(Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D)**

**NIDN. 0629067701**



## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS POTENSIAL ENERGI ALTERNATIF DENGAN METODE THERMOELECTRIC GENERATOR SEBAGAI SUMBER ENERGI CHEM-E-CAR

Oleh :

RIANOLA KUSMARINDA

D 500 150 068

Telah dipetahankan di depan Dewan Penguji Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Senin, 5 Agustus 2019

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D  
( Dosen Pembimbing )
2. Dr. Akida Mulyaningtyas, S.T., M.Sc  
( Penguji 1 )
3. Ir. Haryanto, M.S  
( Penguji 2 )

(.....)  
(.....)  
(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunariono, M.T., Ph.D.

NIK. 682



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 14 Agustus 2019

Penulis



**RIANOLA KUSMARINDA**

**D500150068**

## **ANALISIS POTENSI ENERGI ALTERNATIF DENGAN METODE THERMOELECTRIC GENERATOR SEBAGAI SUMBER ENERGI CHEM-E-CAR**

### **Abstrak**

Generator termoelektrik merupakan alat untuk mengubah energi menjadi energi listrik secara langsung dengan berdasarkan efek *seebeck* dan memiliki potensi yang bagus dalam hal pemulihan panas limbah. Mengingat gerakan baru-baru ini dalam mengurangi konsumsi bahan bakar fosil, kebutuhan akan sumber energi alternatif yang cocok lebih besar dari sebelumnya. Untuk mengeksplorasi kegunaan produk rumah tangga sebagai sumber energi yang tidak konvensional namun efisien, maka dirakitlah mobil yang didukung sepenuhnya oleh reaksi kimia. Komposisi bahan dan metode yang sesuai diuji untuk mendapatkan daya yang optimum sebagai sumber tenaga dari mobil tersebut. Dengan metode *thermoelectric generator* yang dirangkai seri dan paralel akan dihasilkan daya yang optimum sehingga dapat menjalankan *chem-e-car*. *Thermoelectric generator* adalah salah satu metode yang dapat membantu menciptakan suatu energi alternatif dengan tujuan untuk menghasilkan daya optimal. Metode ini menggunakan efek termoelektrik untuk menghasilkan tenaga. Prototipe memiliki dimensi 18 cm x 22 cm x 6 cm dengan bahan aluminium sebagai konstruksi reaktor. Jenis pemanas yang digunakan ada dua macam yaitu menggunakan kalsium oksida (CaO) yang akan direaksikan dengan 90 ml H<sub>2</sub>O dan *boiling water* (90°C). Untuk pendingin menggunakan *ice cube*. Daya yang dihasilkan dari metode ini mencapai 0,08005 Watt.

**Kata kunci :** Energi alternatif, *thermoelectric generator*, *chem-e-car*

## **ANALYSIS OF ALTERNATIVE ENERGY POTENTIAL WITH THERMOELECTRIC GENERATOR METHOD AS AN ENERGY SOURCE OF CHEM-E-CAR**

### **Abstract**

*The thermoelectric generator is a device to convert energy directly into electrical energy based on the seebeck effect and has potential in the case of waste heat recovery. Given the recent movement in reducing consumption of fossil fuels, the need for suitable alternative energy sources is greater than before. To explore the usefulness of household products as an unconventional but efficient energy source, a car that is fully supported by chemical reactions is assembled. The composition of the material and the appropriate method are tested to obtain optimum power as the power source of the car. With the thermoelectric generator method which is arranged in series and parallel, the optimum power will be generated so that it can run the chem-e-car. Thermoelectric generator is one method that can help create an alternative energy with the aim of producing optimal power. This method uses a thermoelectric effect to generate power. The prototype has dimensions of 18 cm x 22 cm x 6 cm with aluminum material as a reactor construction. The types of heaters used are of two kinds, namely using calcium oxide (CaO) which will be reacted with 90 ml of H<sub>2</sub>O and boiling water (90°C), and for cooler using ice cube. The power produced from this method*

**Keywords :** *alternative energy, thermoelectric generator, chem-e-car*

## 1. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan primer dalam kehidupan manusia modern. Hampir semua aspek kehidupan memerlukan energi sebagai penggerak utama. Kebutuhan akan energi merupakan parameter penting yang mencerminkan suatu sektor tertentu pada pertumbuhan ekonomi dan pencemaran lingkungan suatu daerah. Disaat hidrokarbon memberikan distribusi secara mayoritas akan kebutuhan energi selama satu abad ini, yang mana pada sumber-sumber tenaga tersebut tidak memiliki potensi berkelanjutan dan dapat membahayakan lingkungan. (Amoako, et all., 2014)

Saat ini sumber energi alternatif sangat diperlukan untuk menggantikan sumber energi yang tidak dapat diperbarukan. Salah satu sumber energi alternatif yang dikembangkan dengan metode gradien suhu yakni *thermoelectric generator*.

Tujuan dari proyek ini adalah untuk menyelidiki dan mengembangkan sumber energi di dalam mobil yang sepenuhnya didukung oleh reaksi kimia dengan menggunakan *thermoelectric generator* yang menghasilkan tegangan paling optimum, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana reaksi kimia dapat dikalibrasi dan dapat mengotomatisasi proses. Proyek ini dimulai dengan membuat konsep, mengoptimalkan sistem sumber energi yang digunakan. Pemilihan jenis pemanas dapat mempengaruhi sumber energi yang dihasilkan. Oleh karena itu sangat diperlukan penelitian yang intensif untuk mencari, mengoptimalkan dan menggunakan sumber energi alternatif. Hasil penelitian diharapkan mampu mengatasi beberapa permasalahan yang berkaitan dengan penggunaan energi fosil. Sehingga dibutuhkan sebuah terobosan dengan membuat purwa rupa (*prototipe*) mobil yang disebut *chem-e car* dengan basis sel elektrokimia sebagai sumber tenaga penggerak.

## 2. METODE

*Power source* dihasilkan dari reaksi kimia yang bersifat eksotermis. Jenis pemanas yang digunakan ada dua macam yaitu menggunakan kalsium oksida (CaO) dan *boiling water* (90°C) yang akan direaksikan dengan *ice cube*. Kalsium oksida (CaO) yang dibutuhkan sebanyak 336 gram yang direaksikan dengan 90 ml aquades pada *hot-reactor*, dan *ice cube* sebanyak 600 gram yang direaksikan dengan NaCl sebanyak 30 gram pada *cold-reactor*. Air sebanyak 550 ml dididihkan hingga suhu mencapai 90° C. Reaksi bersifat eksotermis sehingga menghasilkan panas yang kemudian akan dikonversi oleh *thermoelectric generator* menjadi energi listrik.

Pengukuran hasil keluaran dari *thermoelectric generator* berupa tegangan (V) dan kuat arus (I) menggunakan multimeter yang disambungkan langsung pada *output* dari *thermoelectric generator*.

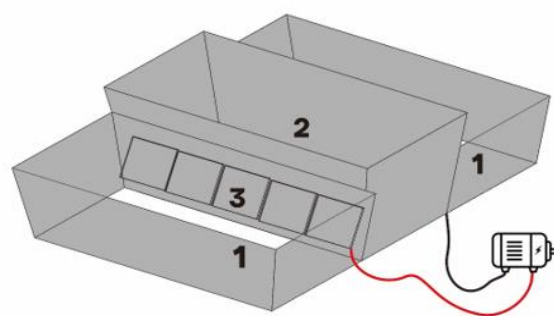
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Desain dan konstruksi prototipe

Prototipe memiliki dimensi 18 cm x 22 cm x 6 cm dengan bahan alumunium sebagai konstruksi reaktor karena memiliki kemampuan transfer panas lebih baik jika dibandingkan dengan material lain yang digunakan seperti seng, galvalum dengan ketebalan yang sama. Selain itu, alumunium salah satu bahan logam yang dinilai paling ekonomis dan fleksibel serta memiliki berat yang ringan ditambah dengan kekuatan yang tinggi memungkinkan desain dan konstruksi struktur yang kuat dan ringan.

Prototipe memiliki dua *chamber* yang digunakan untuk reaksi eksotermis sebagai reaktor panas dan 1 *chamber* yang digunakan untuk reaksi pendingin sebagai reaktor dingin. Dimensi dari reaktor panas dan dingin masing-masing 22 cm X 5 cm X 6 cm dan 22 cm X 6 cm X 6 cm yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada reaktor panas diisolasi dengan alumunium foil untuk menjaga panas yang dihasilkan tidak terbuang ke lingkungan.

*Thermoelectric generator* yang digunakan untuk setiap sisi berjumlah lima buah yang disusun secara seri dan paralel untuk meningkatkan tegangan serta kuat arus yang dihasilkan.

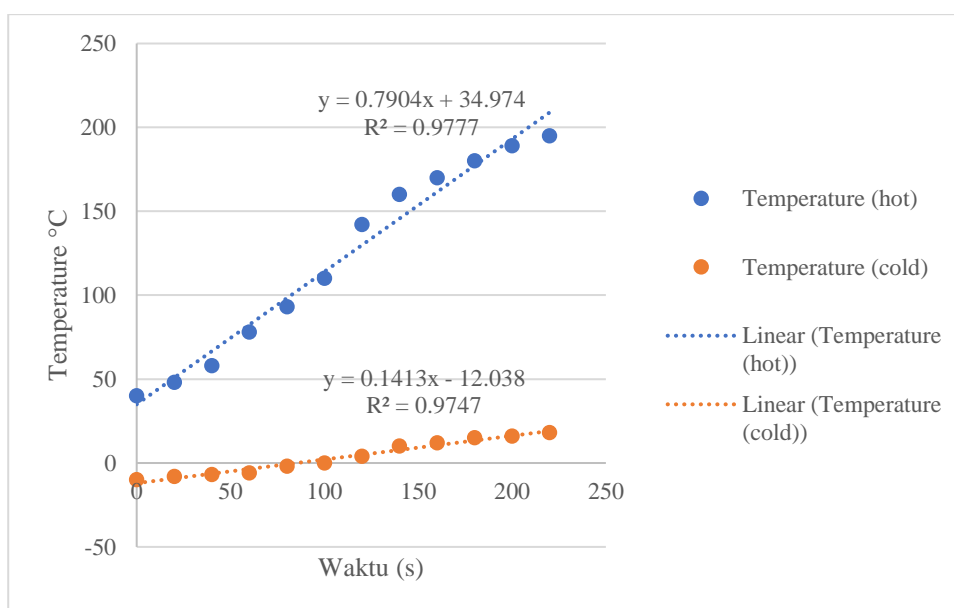


1. Hot Reactor
2. Cold Reactor
3. Thermoelectric generator

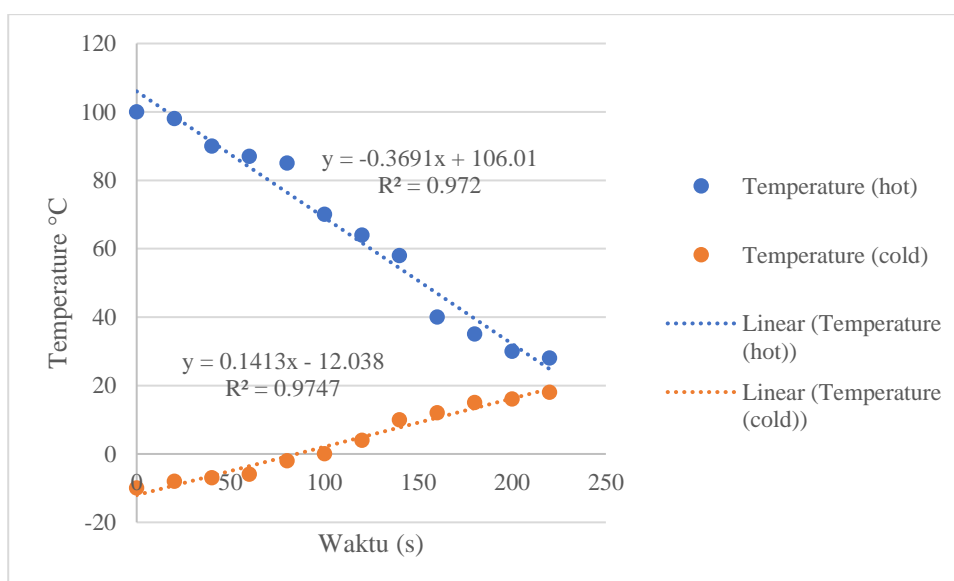
Gambar 1. Skema purwa rupa

### 3.2 Profil temperatur

Profil temperatur antara *hot and cold* dengan pemanas menggunakan kalsium oksida (CaO) ditunjukkan oleh grafik 1 dibawah ini. Pada suhu di *hot reactor* terlihat bahwa seiring dengan bertambahnya waktu suhu akan meningkat. Namun tak bisa dipungkiri bahwa suhu juga akan semakin turun dikarenakan reaksi yang terjadi antara kalsium oksida dan air telah usai. Pada *cold reactor*, suhu akan semakin naik seiring dengan berjalannya waktu.



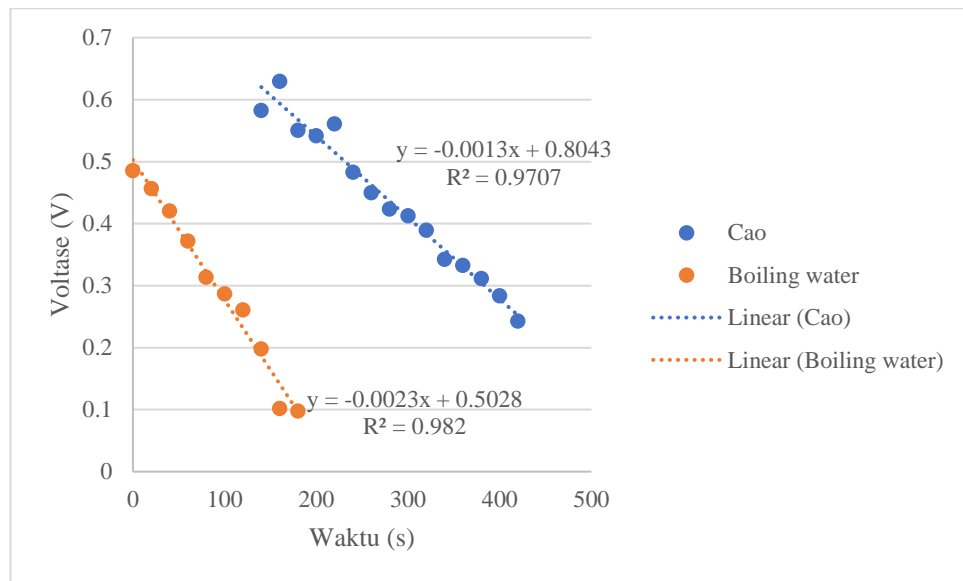
Gambar 2. Profil temperatur dengan pemanas CaO



Gambar 3. Profil temperatur dengan pemanas *boiling water*



### 3.3 Profil tegangan

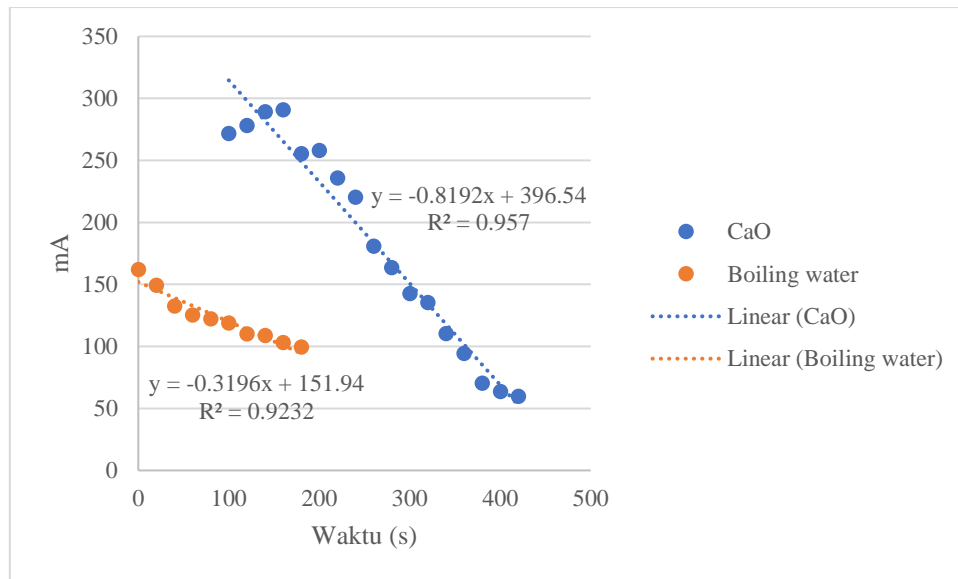


Gambar 4. Profil tegangan prototipe dengan pemanas CaO dan *Boiling water*

Profil tegangan pada prototipe ditunjukkan pada grafik 3. dengan variabel molaritas kalsium oksida (CaO) sebesar 66,57 M dan 600 gram es dan *boiling water*. Tegangan yang dihasilkan menurun seiring dengan bertambahnya waktu dikarenakan menurunnya perbedaan temperatur diantara *thermoelectric generator* sehingga sedikitnya panas yang dikonversi menjadi listrik. Hal ini disebabkan oleh habisnya reaktan pada reaktor panas karena bereaksi sempurna menjadi  $\text{Ca(OH)}_2$  dan panas. Model matematika untuk profil tegangan dihasilkan dengan persamaan regresi linier guna untuk memprediksi tegangan yang dihasilkan pada periode waktu tertentu.

### 3.4 Profil kuat arus

Profil kuat arus (mA) pada prototipe ditunjukkan oleh grafik 5 dengan kalsium oksida (CaO) dan boiling water sebagai pemanas. Kuat arus yang dihasilkan semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Sama seperti halnya pada profil tegangan, dikarenakan panas yang dihasilkan juga semakin sedikit sehingga menyebabkan perbedaan temperatur yang semakin menurun pada *thermoelectric generator*.



Gambar 5. Profil kuat arus (mA) dengan pemanas CaO dan *Boiling water*

#### 4. PENUTUP

Perbedaan antara jenis pemanas yang digunakan berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan dengan menggunakan metode *thermoelectric*. Daya yang dihasilkan dengan menggunakan pemanas kalsium oksida (CaO) lebih besar dari daya yang dihasilkan jika menggunakan *boiling water* sebagai pemanas. Diperlukan daya sebesar 0,08005 Watt untuk dapat menjalankan *chem-e-car* tanpa beban. Berdasarkan hasil profil temperatur, suhu reaktor sisi panas secara bertahap menurun seiring dengan peningkatan suhu reaktor sisi dingin.

Untuk menyempurnakan penelitian ini, perlu dilakukan desain ulang prototipe untuk meningkatkan efisiensi. Adanya metode penelitian lebih lanjut akan upaya peningkatan daya keluaran sebagai *power source chem-e-car* juga diperlukan dalam penelitian ini. Selain itu penelitian ini perlu disempurnakan untuk efektifitas serta pemanfaatan nilai-nilai *engineering*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aimable, N. (2017). for Waste Heat Recovery in Local Process Industry . *Design, Modeling, and Fabrication of Thermoelectric Generator*.
- Amoako, M., Fan, D., Ide, W., Lin, N., & Loo, M. (2014). Optimization of a Chem-E-Car. *New Jersey Governor's School of Engineering and Technology*, 1–18.
- Bhattacharyya, B. (2015). Electrochemical Machining. *Electrochemical Micromachining for Nanofabrication, MEMS and Nanotechnology*, 25–52. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-32737-4.00002-5>
- Forms of Energy: Chemical Energy Energy stored in the structural units of chemical substances ( chemical bonds ). Glossary of Terms. (2017), 0039, 7–8.
- Hartanto, Dhoni, dkk. 2018. Design and Contruction of Chem-E-Car SMARTRONS Powered by Thermoelectric Generator Utilising Temperature Gradient of Two Reactors
- Satriady, A., Alamsyah, W., Saad, A. H. I., & Hidayat, S. (2016). PENGARUH LUAS ELEKTRODA TERHADAP KARAKTERISTIK BATERAI LiFePO 4. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 06(02), 43–48.
- Tang, Z. B., Deng, Y. D., Su, C. Q., Shuai, W. W., & Xie, C. J. (2015). A research on thermoelectric generator's electrical performance under temperature mismatch conditions for automotive waste heat recovery system. *Case Studies in Thermal Engineering*, 5, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2015.03.006>
- Times, C. D. (2016). Chapter 2 Qualitative Definition of Energy, 34.
- Zhou, D., & Chu-ping, S. (2015). Research Article Study on thermoelectric material and thermoelectric generator. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(3), 395–401.